



CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES (CCTP)

MARCHE 2026-9201-001

MISE EN ŒUVRE OPERATIONNELLE EN GUYANE DE LA METHODE D'INVENTAIRE FORESTIER DES FORÊTS ULTRAMARINES

ACHETEUR

OFFICE NATIONAL DES FORÊTS

2 bis avenue du Général Leclerc 94700 MAISONS-ALFORT

SIREN n° 662 043 116

LOT

Lot unique

1. Contexte

Depuis 2014, le législateur a demandé le déploiement d'un inventaire forestier adapté aux spécificités des forêts ultramarines françaises qui couvrent 8 millions d'hectares.

Fin 2024, l'Etat a demandé à l'ONF, en partenariat avec l'IGN, de concevoir la méthode d'inventaire adaptée aux spécificités des forêts ultramarines.

Les objectifs de l'inventaire forestier visent à la production d'estimations statistiques (en surface et/ou en volume) sur :

- La surface forestière et son évolution,
- La typologie forestière par classe ainsi que les variations de surface et d'état (en lien avec les données cartographiques),
- La ressource en bois et ses variations (données dendrométriques ; stocks et flux : croissance, mortalité, prélèvements, répartis par essences ou groupes d'essences),
- La séquestration de carbone en forêt et son évolution (stocks et flux),
- L'écologie forestière (biodiversité faune/flore, formations végétales et habitats, état de conservation bois mort, sols, espèces exotiques envahissantes),
- L'état sanitaire des peuplements forestiers,
- Le renouvellement des peuplements.

La méthode d'inventaire, proposée en avril 2026 à l'Etat, tient compte des coûts associés à la topographie des territoires ultramarins et à leur faible accessibilité. Elle a permis de dimensionner l'effort de prospection de terrain optimal (moyens financiers et humains nécessaires au déploiement) en fonction des objectifs de l'inventaire, des informations disponibles et de la précision souhaitée.

L'IGN, chargé de l'information forestière au niveau national s'assure de la spécification, de la conception, de la réalisation, de la diffusion des résultats des actions d'information forestière. Dans ce cadre, il est responsable de la maîtrise de la fiabilité des méthodes et de la qualité des informations produites.

En application d'une convention-cadre pluriannuelle du 10 décembre 2024 relative à la conception et au déploiement d'un inventaire forestier dédié en outre-mer, le MASA, l'IGN et l'ONF ont signé le 2 juillet 2026 une convention d'exécution technique et financière 2026 pour mettre en œuvre, en Guyane, la méthode d'inventaire. Le premier cycle d'inventaire des forêts guyanaises, qui se déroulera sur 5 ans, sera basé sur 350 points d'échantillonnage et une approche multi-source (terrain + télédétection) afin de produire les données statistiques (biomasse et carbone, ressources bois, état sanitaire).

Par ailleurs, l'Etat souhaite que les avancées techniques et scientifiques récentes (capteurs satellites et aéroportés, modélisations, intelligence artificielle, etc...) soient approfondies pour élaborer une approche innovante adaptée à la complexité des écosystèmes forestiers des territoires d'outre-mer.

Ainsi, en complément du déploiement opérationnel de la méthode d'inventaire élaborée en 2025 (collecte de données sur le terrain, traitement statistique de ces données), des travaux d'approfondissement de la méthode d'inventaire sont prévus afin de :

- ✓ Augmenter la précision des estimations ;
- ✓ Sécuriser les choix techniques ;
- ✓ Optimiser les coûts d'inventaire en diminuant l'effort d'échantillonnage de terrain ;
- ✓ Structurer un dispositif intégrant les apports de la télédétection et de l'intelligence artificielle ;
- ✓ Inclure les mangroves dans l'inventaire.

Pour déployer les travaux prévus dans la convention 2026, l'ONF cherche un prestataire, doté d'une expertise spécialisée, capable de réaliser i) la chefferie de projet globale, ii) la supervision de la phase de collecte des données sur le terrain, iii) la supervision de l'acquisition des données LIDAR sur un échantillon de placettes à sélectionner et d'apporter un appui aux études d'approfondissement de la méthode d'inventaire portant sur iv) les allométries et v) l'IA et la télédétection afin de définir les conditions à réunir pour que ces techniques innovantes puissent être utilisées dans l'inventaire des forêts ultramarines.

2. Description de la prestation

2.1. Etape 1 : La coordination de l'acquisition de données LiDAR

Dans la limite d'un budget de 80 000 euros HT, et dans la continuité des tests conduits d'octobre à décembre 2025, le titulaire apporte un appui à la définition, la préparation et la coordination des acquisitions de données LiDAR sur certaines placettes d'échantillonnage, en cohérence avec le plan de sondage défini par l'IGN, afin de garantir la pertinence des données au regard des objectifs scientifiques et opérationnels du projet. Les activités attendues sont les suivantes :

- ✓ Identifier l'opérateur chargé des acquisitions LiDAR ;
- ✓ Définir, sur la base du plan de sondage IGN, l'échantillon de placettes à survoler ;
- ✓ Assurer, avec le prestataire LiDAR, la coordination de l'acquisition des données correspondantes.

Livrable attendu : données LIDAR acquises.

Délai de réalisation : M+6 mois après notification du marché.

2.2 Etape 2 : Le suivi de la phase de collecte des données sur le terrain

Le titulaire doit :

- ✓ Contrôler la qualité des données collectées sur les 60 à 80 placettes d'échantillonnage et la qualité de la saisie des données dans l'application OPENFORIS ;
- ✓ Analyser le temps passé par protocole et par méthode ;
- ✓ Mettre en avant les retours d'expérience terrain et proposer des améliorations du protocole de collecte de données.

L'objectif pour l'ONF est de garantir à l'IGN la transmission de données de qualité avant analyse statistique de ces données et production des estimations finales. Cette analyse est un préalable aux travaux statistiques conduits par l'IGN.

Livrable attendu : rapport d'analyse des données collectées sur le terrain.

Délai de réalisation : M+6 mois après notification du marché.

2.3 Etape 3 : La coordination du projet

Le titulaire assure :

- ✓ L'appui à la coordination (scientifique et technique) du projet et aux comités de pilotages MASA-IGN- ONF ;
- ✓ L'animation des études ;
- ✓ Le suivi de l'équipe terrain (à distance) ;

- ✓ Le contrôle qualité des données transmises à l'IGN ;
- ✓ La production de RETEX (temps, qualité, protocoles) ;
- ✓ L'interface avec l'ONF, l'IGN et les partenaires scientifiques.

Livrables : Présentations, comptes-rendus et rapports des réunions du comité de pilotage Etat-IGN-ONF.

Délai de réalisation : M+10 mois après notification du marché.

2.4 Etape 4 : Appui à l'étude sur les allométries

Le prestataire apporte un appui à la conduite d'une étude visant à améliorer les modèles allométriques mobilisés pour l'estimation de la biomasse, en tenant compte des spécificités écologiques et structurales des forêts tropicales de Guyane.

2.4.1 Proposition de modèles allométriques adaptés

Les travaux portent notamment sur une revue des travaux de l'IGN sur les sujets suivants :

- ✓ La revue critique des modèles allométriques existants en Amazonie, en particulier pour les relations diamètre, hauteur et biomasse ;
- ✓ L'évaluation de leur applicabilité aux conditions guyanaises, au regard des espèces, des structures forestières et des biais potentiels ;
- ✓ L'identification des groupes d'espèces prioritaires nécessitant une adaptation ou le développement de modèles spécifiques ;
- ✓ La proposition de modèles allométriques adaptés, incluant éventuellement l'intégration des données LiDAR, la calibration à partir des données de terrain et l'analyse des biais.

Livrable attendu : proposition de modèles allométriques adaptés, incluant éventuellement l'intégration des données LiDAR, la calibration à partir des données de terrain et l'analyse des biais.

2.4.2 Structuration d'un programme opérationnel allométries / MLS

Le prestataire propose un cadre technique opérationnel pour structurer le développement futur d'allométries mieux adaptées au contexte guyanais. Ce volet s'appuie sur l'articulation entre les mesures terrain, le LiDAR aéroporté (ALS) et le LiDAR terrestre/mobile (MLS), avec une attention particulière portée à la valorisation des données MLS déjà acquises (notamment sur les placettes Guyafor ou via d'autres dispositifs).

Compte tenu de l'ampleur du chantier scientifique associé à la production de nouvelles équations allométriques, les prestations attendues dans le cadre du présent marché visent à amorcer et structurer cette démarche, sans viser la production à large échelle d'équations définitives. L'approche retenue devra permettre de sécuriser progressivement les choix méthodologiques, en tenant compte des contraintes opérationnelles propres à la Guyane, notamment les conditions logistiques en forêt tropicale humide, la complexité de la structure forestière multi-strates et les exigences de calage spatial entre données terrain, MLS et ALS.

L'approche est organisée selon deux axes complémentaires :

A. Élaboration du cadre partenarial

Le prestataire doit définir les bases du futur programme en précisant :

- ✓ Les modalités d'articulation avec l'IGN et les partenaires scientifiques ;

- ✓ Les stratégies d'échantillonnage et de calibration adaptées aux conditions guyanaises ;
- ✓ L'évaluation des modalités de couplage entre les données LiDAR terrestre/mobile (TLS/MLS) et aéroporté (ALS), en privilégiant l'analyse des données déjà disponibles ;
- ✓ Les conditions logistiques et techniques d'utilisation des technologies MLS, notamment pour l'amélioration de la mesure de hauteur et l'appui au développement progressif d'allométries mieux adaptées.

B. Démonstrateur analytique

Afin d'éclairer la faisabilité technique et les conditions d'un passage à l'échelle, le titulaire réalise un test à partir des données disponibles. Ce démonstrateur inclue :

- ✓ La réalisation des prétraitements nécessaires à l'exploitation des données MLS et ALS afin de définir les analyses utiles à la production de métriques forestières et aux premiers tests de modélisation ;
- ✓ L'évaluation d'outils de segmentation 3D appliqués à l'extraction de métriques forestières, notamment la hauteur et certains paramètres d'architecture ;
- ✓ L'évaluation de la complexité du calage spatial entre les données terrain, MLS et ALS dans un contexte de forêt tropicale humide multi-strates ;
- ✓ L'identification des limites techniques, logistiques et méthodologiques rencontrées, ainsi que des conditions nécessaires à une montée en charge progressive.

Livrables attendus :

i) Note de cadrage méthodologique et partenariale du programme allométries / MLS ;

Délai de réalisation : M+4 mois après notification du marché.

ii) Rapport sur la faisabilité technique (démonstrateur) précisant les données mobilisées, les traitements réalisés, les résultats obtenus, les limites rencontrées et les temps de calcul associés ;

Délai de réalisation : M+8 mois après signature du contrat

iii) Feuille de route chiffrée précisant les priorités, les méthodes validées, les besoins complémentaires éventuels et les modalités de mise en œuvre pour un passage à l'échelle ultérieure, au-delà du présent marché.

Délai de réalisation : M+10 mois après notification du marché.

2.5 Etape 5 : Réalisation d'études IA et télédétection

Le titulaire poursuit les travaux engagés début 2026 sur l'utilisation de l'intelligence artificielle et de la télédétection, dans une logique orientée vers les besoins opérationnels de l'inventaire forestier en Guyane, en articulation avec les travaux conduits par l'IGN. Les activités attendues sont les suivantes :

- ✓ Consolidation des méthodes déjà engagées, notamment en matière de segmentation, d'extraction de métriques LiDAR et de traitement de données haute densité ;
- ✓ Développement et test de modèles de régression de la biomasse à partir de données de placettes terrain associées à des survols LiDAR ;
- ✓ Evaluation d'approches multi-sources combinant, selon leur disponibilité et leur pertinence, métriques LiDAR, données radar satellitaires, notamment Sentinel-1, et, le cas échéant, autres sources telles que NISAR ou Biomass ;

- ✓ Analyse de la capacité à produire, sur les zones couvertes par LiDAR, mais n'ayant pas fait l'objet de collecte de données sur le terrain, des estimations complémentaires de biomasse ; ou à interpréter, avec un niveau de confiance inférieur à celui des estimations calibrées sur placettes ;
- ✓ Conduite de ces travaux en priorité sur des zones disposant déjà de données structurées, notamment les grandes placettes (> 1 ha) telles que celles des placettes du réseau Guyafor ;
- ✓ Evaluation, en lien avec les travaux de l'IGN, de l'intérêt potentiel de modèles de fondation pour certaines étapes de traitement ou de modélisation.

Compte tenu de l'ampleur des travaux, le prestataire propose, le cas échéant, une priorisation des développements à initier, compte tenu de la disponibilité des données, de leur maturité méthodologique et de leur dimension opérationnelle.

Les travaux comprennent des échanges techniques avec les partenaires scientifiques et en particulier avec l'IGN, afin de partager les résultats intermédiaires, d'apprécier les limites des approches testées et d'orienter la suite des développements, dans une logique d'amélioration continue.

Livrables attendus :

- i) Rapports méthodologiques sur les traitements, modèles et tests réalisés ;
- ii) Protocoles de test et d'évaluation des approches développées ;
- iii) Recommandations opérationnelles pour la poursuite des travaux à l'horizon 2027.

Délai de réalisation : M+10 mois après notification du marché.

2.6 Etape 6 : Inventaire de la mangrove

Le prestataire contribue, en lien avec l'IRD (Institut de recherche pour le développement), à l'intégration de la composante mangrove dans l'inventaire forestier en Guyane, selon une approche principalement fondée sur la télédétection et adaptée aux spécificités écologiques de ces milieux.

Les travaux portent notamment sur :

- ✓ La définition des modalités d'intégration de la mangrove dans l'inventaire forestier ;
- ✓ L'identification d'approches adaptées en matière de télédétection, notamment pour la segmentation et la caractérisation des peuplements ;
- ✓ L'examen des protocoles et données existants mobilisables, en lien avec les partenaires scientifiques ;
- ✓ L'analyse des besoins éventuels en allométries spécifiques aux mangroves ;
- ✓ L'organisation d'ateliers de travail avec les partenaires concernés afin de préciser les choix méthodologiques et leur articulation avec le protocole général d'inventaire.

Livrables attendus :

- i) Note méthodologique sur l'intégration de la mangrove dans l'inventaire ;
- ii) Recommandations opérationnelles sur les approches à privilégier ;
- iii) Synthèse des échanges techniques conduits avec les partenaires mobilisés.

Délai de réalisation : M+10 mois après notification du marché.

3. Calendrier de la prestation

		Mois 1	Mois 2	Mois 3	Mois 4	Mois 5	Mois 6	Mois 7	Mois 8	Mois 9	Mois 10
Etape 1	Coordination de l'acquisition de données LIDAR										
<i>Livrable</i>	<i>Données LIDAR acquises</i>										
Etape 2	Suivi de la phase de collecte des données sur le terrain										
<i>Livrable</i>	<i>Rapport d'analyse ; Rapport sur la campagne de terrain ;</i>										
Etape 3	Coordination du projet /interface avec IGN, ONF, CIRAD et autres acteurs scientifiques ; contrôle qualité des données transmises par l'ONF à l'IGN										
<i>Livrable</i>	<i>Préparation des présentations, comptes-rendus et rapports du comité de pilotage (Etat-IGN-ONF)</i>										
Etape 4	Appui à l'étude sur les allométries										
	4.1 Proposition de modèles allométriques										
<i>Livrable</i>	<i>Proposition de modèles allométriques adaptés, incluant éventuellement l'intégration des données LiDAR, la calibration à partir des données de terrain et l'analyse des biais</i>										
	4.2 Structuration d'un programme opérationnel avec LIDAR terrestre mobile (MLS)										
<i>Livrables</i>	•Note de cadrage méthodologique et partenariale du programme allométries /MLS										
	•rapport de faisabilité technique (démonstrateur)										
	•Feuille de route chiffrée										
Etape 5	Réalisation d'études IA et télédétection										
<i>Livrables</i>	•Rapports méthodologiques sur les traitements, modèles et tests réalisés										
	•Protocoles de test et d'évaluation des approches développées										
	•Recommandations opérationnelles pour la poursuite des travaux										
Etape 6	Inventaire de la mangrove										
<i>Livrables</i>	•Note méthodologique										
	•Recommandations opérationnelles sur les approches à privilégier										
	• Synthèse des échanges techniques conduits avec les partenaires mobilisés										

4. Récapitulatif des livrables attendus

Etape 1 : Données LIDAR acquises

Etape 2 : Rapport d'analyse des données collectées sur le terrain

Etape 3 : Présentations, comptes-rendus et rapports des réunions du comité de pilotage Etat-IGN-ONF

Etape 4 :

- ✓ Proposition de modèles allométriques adaptés, incluant éventuellement l'intégration des données LiDAR, la calibration à partir des données de terrain et l'analyse des biais
- ✓ Note de cadrage méthodologique et partenariale du programme allométries / MLS ;
- ✓ Rapport sur la faisabilité technique (démonstrateur) précisant les données mobilisées, les traitements réalisés, les résultats obtenus, les limites rencontrées et les temps de calcul associés ;
- ✓ Feuille de route chiffrée précisant les priorités, les méthodes validées, les besoins complémentaires éventuels et les modalités de mise en œuvre pour un passage à l'échelle ultérieure, au-delà du présent marché.

Etape 5 :

- ✓ Rapports méthodologiques sur les traitements, modèles et tests réalisés ;
- ✓ Protocoles de test et d'évaluation des approches développées ;
- ✓ Recommandations opérationnelles pour la poursuite des travaux à l'horizon 2027.

Etape 6 :

- ✓ Note méthodologique sur l'intégration de la mangrove dans l'inventaire ;
- ✓ Recommandations opérationnelles sur les approches à privilégier ;
- ✓ Synthèse des échanges techniques conduits avec les partenaires mobilisés.